

9. Есюкова, Е.Е. Результаты еженедельного мониторинга побережья Вислинского залива в районе пос. Прибрежный в 2011–2012 годах / Е.Е. Есюкова // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2013. – № 1. – С. 82–91.

10. Есюкова, Е.Е. О влиянии гидрометеорологических условий на береговые процессы побережья Вислинского залива / Е.Е. Есюкова, Ж.И. Стонт // Известия РГО. – 2013. – Т. 145. – Вып. 1. – С. 50–60.

УДК 551.58

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ, А ТАКЖЕ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ В КОШАЛИНЕ

Кирсхенштейн М.С., Лукашевич Я.С.

Поморская Академия, г. Слупск, Польша, mjk67@tlen.pl;
jan.tadeusz.lukaszewicz@gmail.com

The goal of work was to characterize the air temperature and sums of precipitation in Koszalin from 1951 to 2010. A deviation of air temperature and sums of precipitation from multi-annual mean was assessed together with trends of changes. In addition, the frequency of occurrence of thermal and precipitation anomalies was shown.

Введение

Температура воздуха и атмосферные осадки – основные элементы климата, их изучение в динамике позволяет определить многолетнюю изменчивость, являющуюся эффектом взаимодействия многих климатических процессов и факторов в глобальном, региональном и локальном масштабе.

Целью работы является характеристика температуры воздуха и атмосферных осадков в процессе года, а также анализ изменчивости температуры и осадков в г. Кошалине, с учетом числа изменений, определенного с помощью коэффициента линейного тренда, а также исследование частоты аномалий температуры и осадков. Характеристика включенных элементов позволила определить, каким месяцам, временам года и полугодиям была свойственна бóльшая изменчивость, наблюдалась ли бóльшая асимметрия в процессе года.

В последние годы широко обсуждается проблема изменений и колебаний отдельных метеорологических элементов, в том числе, температуры воздуха и атмосферных осадков. Проблема рассматривается в различных временных и пространственных масштабах. Целью проводимых исследований является попытка оценить потенциальные последствия изменений в окружающей среде, а также выяснить причины этих изменений, принимая во внимание как антропогенные, так и природные факторы.

В период 1900–2004 гг. отмеченные изменения температуры на поверхности Земли составили около +0,4–0,8°C (IPCC Reports, 2007). В Польше во второй половине XX века был зафиксирован рост средней температуры воздуха приблизительно на +0,9°C. Преобладающая часть этого потепления приходится на 80-е и 90-е годы (Фортуняк и др, 2001). Также Ж. Филипяк (2004) подтверждает наличие сильного положительного тренда температуры воздуха на территории Побережья и Поморья во второй половине XX века. Подобные результаты были получены М. Кирсхенштейн (2013) по северо-западной территории Польши. Что касается атмосферных осадков, в северо-западной Польше наблюдается также тенденция их роста. Также тенденции роста количества осадков в береговой зоне Балтийского моря констатировала М. Сьвѣнтэк (2009).

Основой для обработки показателей температуры воздуха и атмосферных осадков являются средние суточные данные измерений за 1951–2010 гг. (60-летний период). Выбранный для анализа г. Кошалин расположен в полосе южно-балтийских побережий ($\varphi = 54^{\circ}12'N$; $\lambda = 16^{\circ}09'$; $h = 32$ м н.у.м.), на расстоянии около 10 км от побережья. Согласно классификации W. Околовича (1978), Кошалин относится к региону, климат которого формируется под влиянием Балтийского моря. В этой зоне сталкиваются воздушные массы, стекающие с океана, континента и моря. Следствием этого является большая изменчивость погодных условий.

Для оценки частоты возникновения аномалий температуры в г. Кошалине принята классификация Х. Лоренц (1998) и аномалий выпадения осадков – С. Качоровской (1962):

В температурной классификации Х. Лоренц (1998) приняла следующие критерии: ($T_{\text{sr.wiel.}}$ – средняя многолетняя температура; $T_{\text{sr.rocz.}}$ – средняя годовая температура; SD – стандартное отклонение)

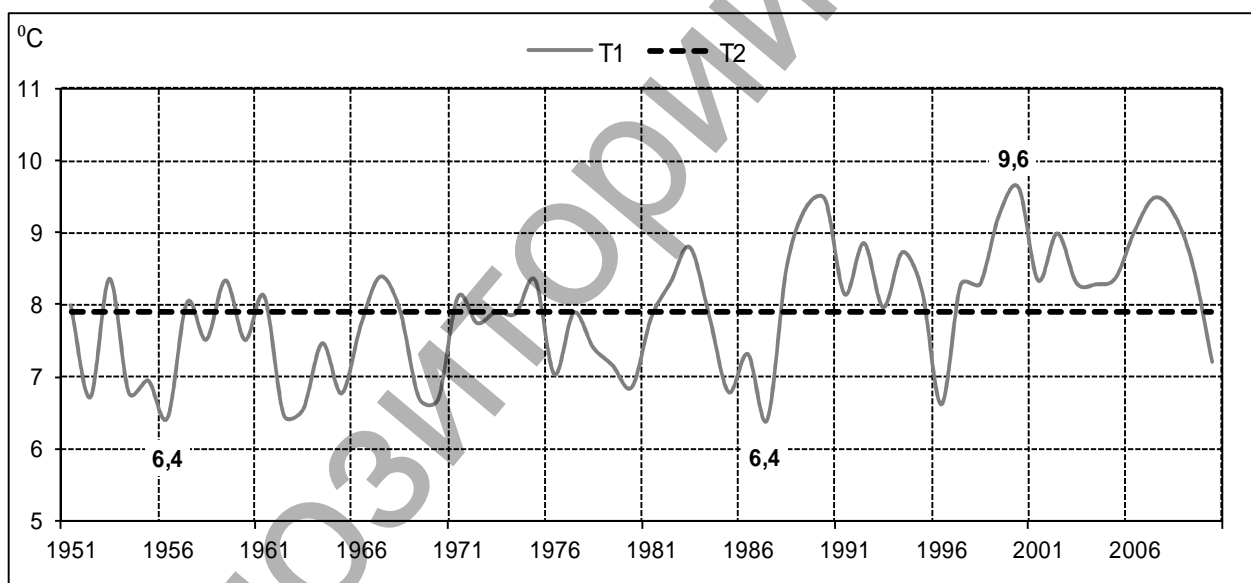
№ класса и шкала цветов	Оценка года	Интервал значений, рассчитанный
		согласно $T_{\text{sr.wiel.}}$
1	экстремально теплый	$T_{\text{sr.rocz.}} > T_{\text{sr.wiel.}} + 2,5SD$
2	аномально теплый	$T_{\text{sr.wiel.}} + 2,0SD < T_{\text{sr.rocz.}} \leq T_{\text{sr.wiel.}} + 2,5SD$
3	очень теплый	$T_{\text{sr.wiel.}} + 1,5SD < T_{\text{sr.rocz.}} \leq T_{\text{sr.wiel.}} + 2,0SD$
4	теплый	$T_{\text{sr.wiel.}} + 1,0SD < T_{\text{sr.rocz.}} \leq T_{\text{sr.wiel.}} + 1,5SD$
5	слегка теплый	$T_{\text{sr.wiel.}} + 0,5SD < T_{\text{sr.rocz.}} \leq T_{\text{sr.wiel.}} + 1,0SD$
6	нормальный	$T_{\text{sr.wiel.}} - 0,5SD \leq T_{\text{sr.rocz.}} \leq T_{\text{sr.wiel.}} + 0,5SD$
7	слегка холодный	$T_{\text{sr.wiel.}} - 1,0SD \leq T_{\text{sr.rocz.}} < T_{\text{sr.wiel.}} - 0,5SD$
8	холодный	$T_{\text{sr.wiel.}} - 1,5SD \leq T_{\text{sr.rocz.}} < T_{\text{sr.wiel.}} - 1,0SD$
9	очень холодный	$T_{\text{sr.wiel.}} - 2,0SD \leq T_{\text{sr.rocz.}} < T_{\text{sr.wiel.}} - 1,5SD$
10	аномально холодный	$T_{\text{sr.wiel.}} - 2,5SD \leq T_{\text{sr.rocz.}} < T_{\text{sr.wiel.}} - 2,0SD$
11	экстремально холодный	$T_{\text{sr.rocz.}} < T_{\text{sr.wiel.}} - 2,5SD$

В классификации осадков С. Качоровской (1962) приняла следующие критерии:

№ класса и шкала цветов	Оценка года	Норма осадков (%)
1	крайне сухой	ниже 50
2	очень сухой	50-74
3	сухой	75-89
4	нормальный	90-110
5	влажный	111-125
6	очень влажный	126-150
7	крайне влажный	выше 150

Температура воздуха

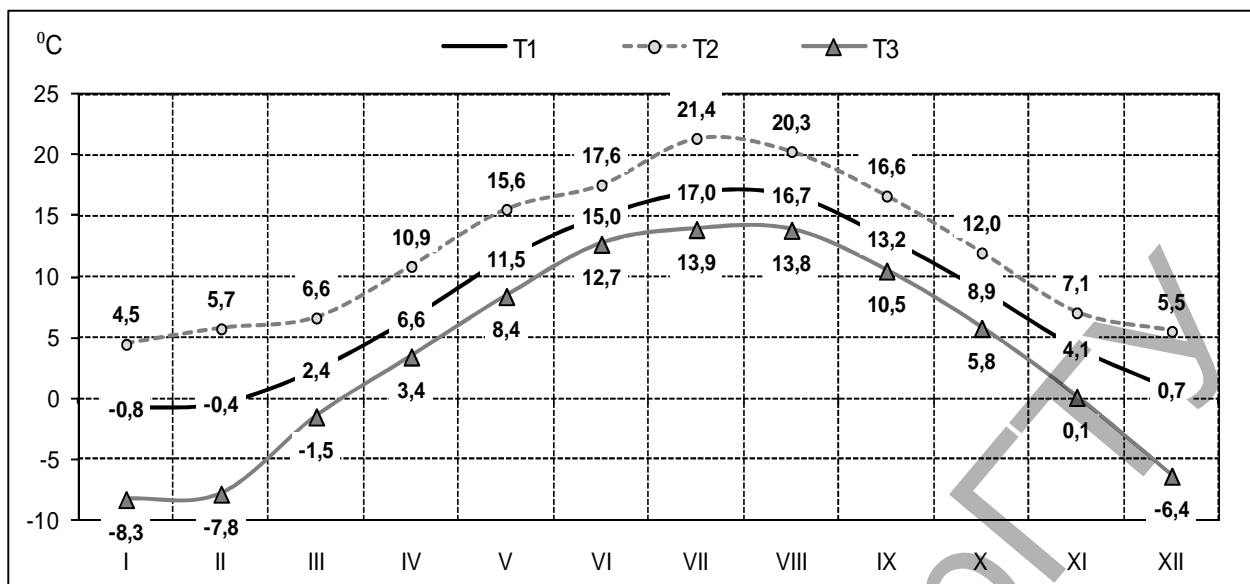
Средняя годовая температура воздуха в г. Кошалине составляет $+7,9^{\circ}\text{C}$ и в исследуемый период подвергалась колебаниям от $+6,4^{\circ}\text{C}$ (в 1956, 1987 г.) до $+9,6^{\circ}\text{C}$ (в 2000 г.). В 42% лет средняя температура была ниже средней многолетней. Явное потепление наступило с 1988 г. В течение этого периода только в 2010 г. средняя годовая температура была ниже средней многолетней (рис. 1).



$T1$ – средняя годовая температура воздуха,
 $T2$ – средняя годовая температура воздуха за 60 лет ($7,9^{\circ}\text{C}$)

Рисунок 1 – Средняя годовая температура воздуха в г. Кошалине (1951–2010)

Из годового диапазона средней месячной температуры воздуха следует, что самым теплым месяцем был июль ($+17,0^{\circ}\text{C}$). А самым холодным – январь ($-0,8^{\circ}\text{C}$). В многолетний период 1951–2010г.г. средняя температура самого теплого и самого холодного месяцев показала большой разброс. В июле она колебалась от $+13,9^{\circ}\text{C}$ до $+21,4^{\circ}\text{C}$, а в январе от $-8,3^{\circ}\text{C}$ до $+4,5^{\circ}\text{C}$ (рис. 2). В г. Кошалине абсолютная температура воздуха составляла: максимальная $+37,1^{\circ}\text{C}$ (11.08.1992), минимальная $-26,7^{\circ}\text{C}$ (19.01.1963, 01.02.1956).



T1 – средняя месячная температура воздуха, T2 – самая высокая средняя месячная температура воздуха, T3 – самая низкая средняя месячная температура воздуха

Рисунок 2 – Годовой диапазон средней температуры воздуха в г. Кошалине (1951–2010)

Анализ температуры воздуха по временам года показал, что лето умеренно теплое (+16,2°C). Зима мягкая (-0,2°C). Часто были зимы (в том числе в 48% лет), где средняя температура была положительной. Очень теплой была осень (+8,7°C). В среднем на +1,9°C было теплее, чем весной (+6,8°C). В анализируемом 60-летнем периоде только в 6-ти годах температура осени была ниже весенней (рис. 3). Анализ температурных условий по временам года подтверждает, что в Кошалине наблюдаются свойства морского климата – теплая осень и зима, холодная весна и умеренно теплое лето.

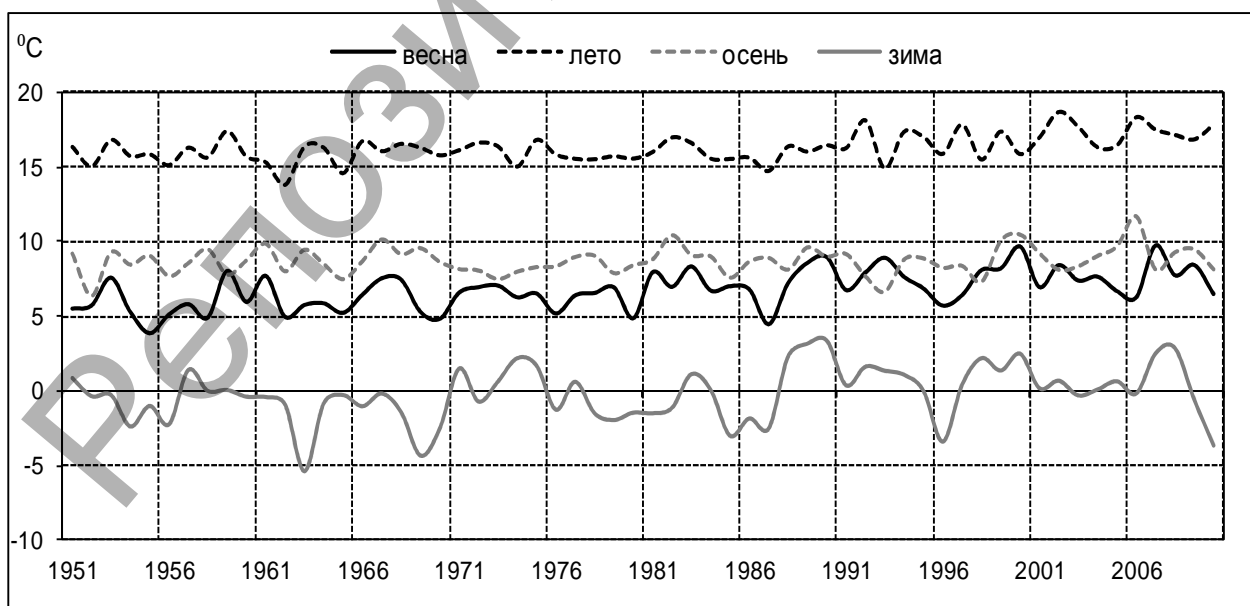


Рисунок 3 – Годовой диапазон средней температуры воздуха по временам года в Кошалине (1951–2010)

Атмосферные осадки

В анализируемом 60-лети (1951–2010) среднее годовое количество осадков в Кошалине составляет 721 мм. В течение этого периода годовое количество колебалось от 483 мм (1982) до 1013 мм (2007). Диапазон изменений годового количества осадков был большим – 530 мм (рис. 4).

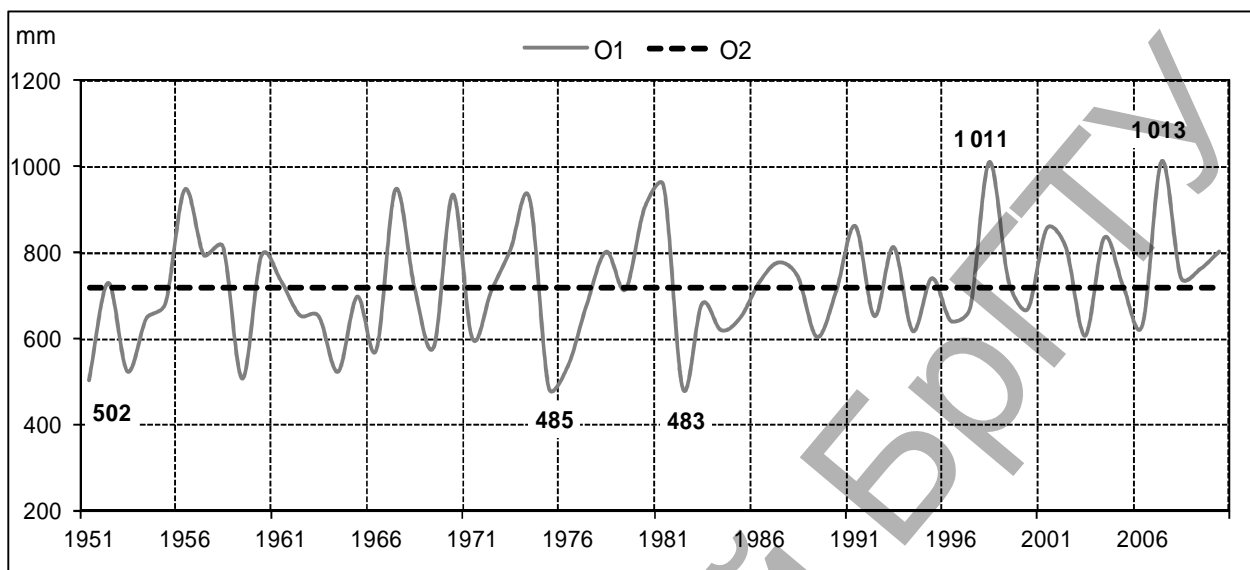
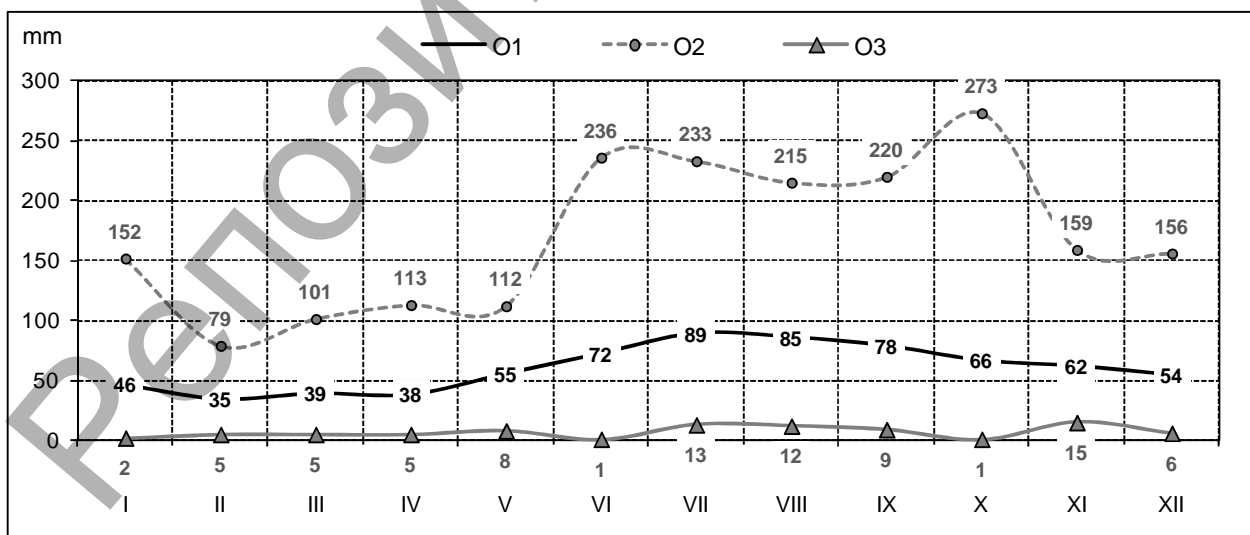


Рисунок 4 – Среднее годовое количество осадков в г. Кошалине (1951–2010)
*O1 – среднее годовое количество осадков,
 O2 – среднее годовое количество осадков за 60 лет (721 мм)*

Максимальное количество осадков в анализируемом 60-лети (1951–2010) выпало в июле (89 мм), минимум – в феврале (35 мм). Наибольшее месячное количество осадков было отмечено в октябре – 273 мм (1974). А абсолютный суточный максимум осадков 101 мм был зарегистрирован 18.8.1991 (рис. 5).



O1 – среднее месячное количество осадков, O2 – наибольшее среднее месячное количество осадков, O3 – наименьшее среднее месячное количество осадков.

Рисунок 5 – Годовой диапазон среднего количества осадков в Кошалине (1951–2010)

Характеристика количества осадков по временам года показала дифференциацию как в многолетнем диапазоне, так и в годовом. Весной среднее количество осадков составляет 133 мм. Лето характеризуется самым высоким количеством осадков – 246 мм в течение года, что обусловлено сильной конвекцией, развивающейся над прогретой землей. Важную роль играет также частая адвекция влажного и прохладного воздуха, поступающего с западного и северного секторов на более теплые территории земли. Этот воздух характеризуется большой неустойчивостью, часто вызывая охлаждение и формируя осадки кратковременного характера. Осенью среднее количество осадков высокое и составляет 206 мм. Большое количество осадков осенью вызвано частой в это время адвекцией теплого и влажного воздуха со стороны Балтийского моря (особенно интенсивной в это время циклонической активностью в южной части Балтийского моря). Зимой среднее количество осадков составляет 135 мм.

Это редкость, когда в Польше зимнее и осеннее количество осадков бывает выше, чем летнее. В г. Кошалине в 38% анализируемых лет количество осенних осадков выше летних, а зимних – в 10%. Большое количество осадков в зимний период обусловлено частой в это время адвекцией теплого и влажного воздуха как со стороны Атлантического океана, так и Балтийского моря. В г. Кошалине около 62% осадков выпадает в теплом полугодии. В отдельные годы случалось, что в холодные полугодия были более обильные осадки, чем в теплые (в 11,7% лет).

Изменения температуры воздуха и атмосферных осадков за долгосрочный период

Оценка изменения температуры воздуха на северо-западной территории Польши во временном выражении основана на расчетах стандартного отклонения и линейного тренда. Стандартное отклонение средней годовой температуры воздуха от средней долгосрочной составляет $+0,9^{\circ}\text{C}$. В течение года самое высокое стандартное отклонение наблюдалось в январе и феврале ($+2,9^{\circ}\text{C}$), а самое низкое – в июне ($+1,2^{\circ}\text{C}$). Период холодной части года с ноября по март характеризуется гораздо большими стандартными отклонениями, чем остальные месяцы. Временем года с наибольшим отклонением была зима ($+1,9^{\circ}\text{C}$).

Для оценки изменений температуры воздуха во времени был использован анализ линейной регрессии, которая определяет повышение или понижение температуры воздуха на единицу времени (табл. 1, 2). В анализируемом 60-летию средняя годовая температура воздуха на всей северо-западной территории Польши показала существенную статистическую тенденцию роста прил. на $+1,6^{\circ}\text{C}/60$ лет. Самые большие тенденции роста средней месячной температуры воздуха в 60-летию наблюдались в периоды январь – май и июль – август. Из месяцев следует выделить февраль, в котором имело место наибольшее повышение температуры – на $+3,3^{\circ}\text{C}/60$ лет (линейный тренд был статистически значимым). Временем года, в котором наблюдалось наибольшее повышение температуры, была весна ($+2,4^{\circ}\text{C}/60$ лет). Значительное повышение наступило также в зимний период ($+1,8^{\circ}\text{C}/60$ лет) и летом ($+1,6^{\circ}\text{C}/60$ лет). А наименьший рост был отмечен осенью ($+0,5^{\circ}\text{C}/60$ лет).

Таблица 1 – Повышение (понижение) средней годовой и месячной температуры воздуха (°C) и количества осадков, рассчитанное на основе линейного тренда (1951–2010)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха – линейный тренд в °C/год												
0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,026*
Повышение (понижение) температуры воздуха в °C/60 лет												
1,8	3,3	2,5	2,6	2,2	0,5	2,2	2,1	0,7	0,2	0,7	0,4	1,6
Атмосферные осадки – линейный тренд мм/год												
0,10	0,23	0,48	-	0,18	0,41	-	0,20	-	-	0,22	0,11	1,656
Рост (уменьшение) количества осадков в мм за/60 лет												
6	14	29	-6	11	25	-9	12	-4	-1	14	7	99

Примечание: *отмечены угловые коэффициенты функций линейного тренда, которые являются статистически существенными на уровне релевантности $\alpha=0,05$

Таблица 2 – Повышение (понижение) температуры воздуха (°C) и количества осадков по временам года, рассчитанные на основе линейного тренда (1951–2010)

Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима
Температура воздуха – линейный тренд в °C/год				Повышение (понижение) температуры воздуха			
0,040*	0,027*	0,009	0,030*	2,4	1,6	0,5	1,8
Атмосферные осадки – линейный тренд мм/год				Рост (уменьшение) количества осадков в мм/ 60 лет			
0,578	0,470	0,150	0,457	35	28	9	27

Примечание: *отмечены угловые коэффициенты функций линейного тренда, которые являются статистически существенными на уровне релевантности $\alpha = 0,05$

Оценка изменения атмосферных осадков в г. Кошалине во временном отрезке основана на вычислении стандартного отклонения, уровня изменчивости и линейного тренда. Отклонение среднего годового количества осадков от среднего долгосрочного в г. Кошалине составляет 131,4 мм. В годовом диапазоне наибольшее стандартное отклонение наблюдалось в июне (45 мм), а наименьшее – в феврале (19,1 мм). Времена года с наивысшим стандартным отклонением – лето (75,6 мм) и осень (71,2 мм), с наименьшим – весна (39,8 мм). Коэффициент изменчивости осадков составляет 18,2% и был самым высоким осенью (34,5%) и зимой (34,9%).

Анализ коэффициентов линейного тренда (табл. 1, 2) показал, что в долгосрочный период с 1951 по 2010 год наблюдалась тенденция роста уровня осадков в г. Кошалине почти на 99 мм в рассматриваемом 60-лети. Месяцем с наибольшим ростом количества осадков был март (29 мм/60 лет), а временем года – весна (35 мм/60 лет).

Аномалии температуры и осадков

Чтобы определить диапазон колебаний температуры воздуха и продемонстрировать региональные различия, обработаны тепловые аномалии по годам, месяцам и временам года. На протяжении упомянутого многолетнего периода чаще всего наблюдались чрезмерно теплые годы (43%). Чрезмерно холодные и нормальные годы наблюдались с такой же частотой. Что касается средней годовой температуры воздуха, не наступили экстремально теплые и

экстремально холодные годы, а появились годы аномально теплые и очень холодные. Что касается месяцев и времен года, случались годы, когда они были экстремально теплые или же экстремально холодные (рис. 6).

Из календаря температурных аномалий (по Х. Лоренц, 1998) следует, что в г. Кошалине после 1988 года наступило заметное потепление. Стали приходить аномально теплые и очень теплые годы. В весенние месяцы явное потепление наступило с начала 80-х годов, а в летние – примерно с 1992, в осенние – примерно с 1998 и в зимние – примерно с 1988 года (рис. 6).

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		год	весна	лето	осень	зима
1951	6	6	8	6	8	6	7	5	5	8	4	4	1951	6	7	6	6	5
1952	6	6	9	4	7	8	8	6	10	8	8	7	1952	8	7	8	11	6
1953	6	6	6	5	6	3	6	7	6	4	6	6	1953	5	5	5	5	6
1954	7	10	6	10	7	4	8	7	6	6	7	4	1954	8	8	7	6	8
1955	6	7	9	9	8	9	6	5	5	6	6	5	1955	8	10	6	6	6
1956	6	11	7	9	6	6	6	10	6	6	9	6	1956	9	8	8	8	8
1957	6	4	6	7	8	6	6	7	9	6	6	6	1957	6	7	6	6	5
1958	6	6	9	9	6	8	6	6	6	5	6	6	1958	6	9	7	5	6
1959	6	6	4	4	7	6	4	4	7	7	7	6	1959	5	5	4	8	6
1960	6	7	6	7	6	6	7	7	6	6	5	5	1960	6	7	7	6	6
1961	6	5	4	4	8	4	8	9	5	3	6	8	1961	6	5	7	4	6
1962	5	6	9	6	9	9	9	9	8	6	6	9	1962	9	8	10	7	6
1963	10	9	9	7	5	6	6	6	6	3	8	8	1963	9	7	6	5	11
1964	6	7	9	6	6	4	6	7	6	8	6	6	1964	6	7	6	6	6
1965	6	7	7	6	9	6	9	9	6	6	10	6	1965	8	8	9	8	6
1966	7	6	6	7	6	3	6	7	6	4	7	6	1966	6	6	6	6	6
1967	6	5	4	7	6	7	6	6	4	4	6	6	1967	5	5	6	4	6
1968	6	6	5	5	7	3	7	6	6	6	6	8	1968	6	6	6	6	7
1969	7	8	8	7	6	6	6	6	5	6	5	11	1969	8	8	6	5	10
1970	8	8	8	8	7	6	7	7	6	6	6	6	1970	8	9	7	6	8
1971	6	5	8	6	5	8	6	5	8	6	6	4	1971	6	6	6	7	5
1972	8	6	5	6	6	6	5	6	8	7	5	6	1972	6	6	6	7	6
1973	6	5	5	7	6	6	6	6	6	8	8	6	1973	6	6	6	8	6
1974	5	5	5	7	8	8	8	6	6	9	6	4	1974	6	6	8	7	4
1975	4	6	6	7	6	7	5	4	4	7	8	6	1975	5	6	5	7	5
1976	6	7	8	8	6	6	7	6	7	8	5	7	1976	7	8	6	6	7
1977	6	6	5	8	7	5	8	7	8	5	5	6	1977	6	6	7	6	6
1978	6	7	6	7	6	6	7	7	8	6	4	8	1978	6	6	7	6	7
1979	8	8	6	6	5	3	9	6	6	8	6	5	1979	7	6	7	7	7
1980	8	6	7	7	9	6	7	7	6	6	7	6	1980	8	9	7	6	7
1981	6	6	5	7	3	6	6	7	6	6	6	9	1981	6	5	6	6	7
1982	8	6	5	7	6	6	6	4	4	5	4	6	1982	5	6	5	3	6
1983	3	6	5	5	5	6	6	6	5	6	6	6	1983	4	4	6	6	5
1984	5	6	7	6	5	8	7	5	7	4	6	6	1984	6	6	7	6	6
1985	10	9	6	6	5	8	6	6	7	6	9	5	1985	8	6	7	8	8
1986	6	10	6	8	4	7	6	7	10	6	3	6	1986	7	6	7	6	7
1987	11	6	9	6	9	8	7	9	7	6	6	5	1987	9	9	9	6	8
1988	4	5	6	6	4	6	6	6	6	6	8	5	1988	5	6	6	7	4
1989	4	3	4	5	6	6	6	6	5	4	6	5	1989	2	4	6	5	3
1990	4	2	3	5	5	5	7	6	8	5	5	6	1990	2	3	6	6	3
1991	5	7	5	5	9	8	5	6	5	6	6	6	1991	5	6	6	6	6
1992	5	4	5	6	5	2	5	4	6	10	6	6	1992	4	5	3	8	5
1993	5	6	6	4	1	7	8	8	8	7	10	5	1993	6	3	8	10	5
1994	4	7	5	4	6	7	2	5	6	8	5	5	1994	4	5	4	6	5
1995	6	4	6	6	6	7	4	5	6	3	8	9	1995	5	6	5	6	6
1996	7	8	8	6	7	6	8	4	10	6	6	9	1996	8	7	6	7	9
1997	7	4	6	8	6	5	6	1	6	7	7	6	1997	5	6	3	6	6
1998	4	3	6	4	4	6	7	8	6	7	10	6	1998	5	5	7	9	4
1999	5	6	4	5	6	5	4	6	1	6	6	5	1999	3	4	4	4	5
2000	5	4	5	1	3	5	8	6	7	2	3	5	2000	2	2	6	3	4
2001	6	6	6	6	6	8	4	4	7	3	6	6	2001	5	6	5	6	6
2002	5	3	5	6	3	4	4	1	6	8	6	9	2002	3	4	2	7	6
2003	6	7	6	6	4	3	4	6	6	10	5	5	2003	5	6	4	6	6
2004	8	5	5	5	6	7	7	4	6	6	6	5	2004	5	5	6	6	6
2005	5	6	7	6	6	6	5	7	4	5	6	6	2005	5	6	6	4	6
2006	8	6	8	6	6	4	1	6	2	3	3	2	2006	3	6	2	1	6
2007	3	6	3	4	3	2	6	5	6	7	6	5	2007	2	2	4	7	4
2008	4	3	5	6	6	5	6	5	6	6	5	5	2008	3	5	5	5	3
2009	6	6	6	2	6	7	5	4	5	8	3	7	2009	4	4	5	5	6
2010	9	6	6	6	8	6	2	4	6	8	6	10	2010	7	6	3	7	9

Рисунок 6 – Температурная классификация (по Г. Лоренц, 1998):

1 – экстремально теплый, 2 – аномально теплый, 3 – очень теплый, 4 – теплый, 5 – слегка теплый, 6 – нормальный, 7 – слегка прохладный, 8 – прохладный, 9 – очень холодный, 10 – аномально холодный, 11 – экстремально холодный

	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		год	весна	лето	осень	зима
1951	6	3	7	3	1	2	5	1	1	1	3	2	1951	4	3	3	1	3
1952	7	2	2	2	5	5	2	2	6	7	4	1	1952	2	3	3	7	3
1953	4	2	1	2	5	5	3	2	4	1	1	1	1953	4	3	4	2	2
1954	3	1	3	4	1	2	7	2	3	4	2	6	1954	2	2	4	3	4
1955	1	3	3	6	2	4	3	3	5	2	2	7	1955	4	3	3	3	6
1956	7	7	2	7	1	4	1	7	2	7	2	5	1956	4	5	5	5	7
1957	3	5	3	3	3	2	7	6	7	2	4	3	1957	6	3	6	5	4
1958	6	7	3	5	7	3	6	6	3	6	1	3	1958	4	6	5	3	6
1959	4	1	1	4	1	2	2	7	1	2	1	5	1959	5	1	4	1	3
1960	5	1	1	2	4	5	6	6	5	7	4	4	1960	2	2	6	5	4
1961	3	7	4	1	5	2	7	6	6	1	2	3	1961	4	3	5	3	4
1962	5	3	2	3	7	2	3	6	2	1	2	2	1962	4	5	4	2	3
1963	1	1	2	4	2	3	2	7	7	1	7	1	1963	4	2	4	6	1
1964	1	2	1	5	2	3	1	2	3	4	5	4	1964	4	2	2	4	2
1965	3	2	1	4	5	1	7	4	7	1	2	7	1965	2	3	4	3	4
1966	2	2	4	5	5	4	4	3	1	1	1	4	1966	4	5	4	1	3
1967	3	7	6	3	7	3	2	4	7	5	3	7	1967	3	6	4	6	7
1968	7	2	6	1	7	3	6	1	6	4	5	1	1968	6	5	3	5	2
1969	2	1	1	7	4	1	1	6	2	4	7	1	1969	4	4	2	5	1
1970	1	3	6	7	6	2	5	1	7	7	7	4	1970	3	7	2	7	2
1971	1	4	2	1	3	7	2	2	4	2	2	3	1971	6	2	4	3	2
1972	1	1	6	2	7	2	2	6	6	2	7	1	1972	3	6	4	5	1
1973	2	7	2	7	4	1	6	1	3	4	7	4	1973	4	6	3	6	5
1974	4	6	2	1	1	3	7	1	1	7	3	7	1974	5	1	6	7	6
1975	4	2	2	3	1	2	4	1	1	4	1	2	1975	6	2	2	3	2
1976	7	1	2	2	3	1	2	1	4	1	3	5	1976	2	2	1	4	4
1977	3	4	4	7	1	1	3	6	3	4	7	4	1977	2	4	4	4	4
1978	5	2	3	3	1	1	2	6	7	7	1	2	1978	4	1	5	7	3
1979	3	1	7	3	6	2	5	6	2	7	7	6	1979	5	5	4	3	3
1980	2	2	1	6	2	7	7	4	2	7	4	6	1980	4	2	7	5	4
1981	5	6	7	1	5	7	4	2	2	2	7	4	1981	5	5	6	7	5
1982	7	1	1	3	3	7	1	1	1	4	1	4	1982	6	3	2	1	5
1983	6	4	7	4	6	2	1	3	6	2	4	2	1983	2	6	2	5	4
1984	6	2	1	1	5	7	4	2	3	1	1	1	1984	4	2	5	2	2
1985	4	4	4	6	5	4	1	2	3	2	4	7	1985	3	5	2	3	5
1986	7	1	2	7	3	6	4	4	4	2	2	5	1986	4	5	2	3	5
1987	3	5	1	4	5	7	5	6	4	1	7	4	1987	4	4	6	4	4
1988	6	6	5	4	4	7	4	1	4	4	4	6	1988	4	4	4	3	6
1989	2	2	4	4	1	3	6	5	1	2	2	5	1989	4	2	5	2	3
1990	4	5	5	2	2	2	4	2	7	4	6	2	1990	3	3	2	7	4
1991	2	2	2	6	4	7	2	7	2	2	3	6	1991	4	4	7	3	4
1992	1	6	7	2	4	1	2	4	5	1	7	2	1992	5	6	2	5	2
1993	6	5	3	2	3	4	7	5	7	4	1	7	1993	4	2	6	2	6
1994	7	2	7	2	3	3	1	1	2	1	3	6	1994	5	5	1	3	6
1995	7	6	4	6	6	5	1	5	7	3	2	1	1995	3	5	3	4	5
1996	1	4	1	1	7	2	7	3	2	7	4	1	1996	4	4	5	3	1
1997	1	7	5	3	7	3	2	1	5	6	1	2	1997	3	6	2	6	2
1998	6	7	7	7	5	6	6	7	5	4	5	6	1998	4	6	6	5	7
1999	3	7	6	7	4	3	2	4	2	1	1	7	1999	6	7	3	2	6
2000	4	6	7	3	2	7	4	2	3	2	4	2	2000	4	5	4	2	4
2001	2	4	3	6	2	7	2	6	7	7	6	6	2001	4	4	6	6	4
2002	6	7	7	2	4	7	3	1	3	6	2	1	2002	5	6	4	6	4
2003	5	1	1	4	3	1	2	5	4	7	2	6	2003	5	3	2	4	4
2004	5	7	5	4	6	2	6	3	2	1	5	6	2004	3	5	4	4	6
2005	4	6	6	1	6	1	7	3	2	2	5	7	2005	5	4	4	3	6
2006	1	4	2	6	4	1	1	7	1	3	6	3	2006	4	4	4	3	2
2007	7	5	3	3	6	7	7	4	6	4	6	4	2007	3	4	7	5	7
2008	5	5	6	7	1	3	2	7	1	7	6	2	2008	4	6	4	4	4
2009	1	5	4	1	5	6	5	2	6	1	3	2	2009	5	4	4	6	3
2010	3	2	7	1	7	2	3	7	4	7	7	4	2010	6	5	6	4	3

Рисунок 7 – Классификация осадков (по С. Качоровской, 1962): 1 – крайне сухой, 2 – очень сухой, 3 – сухой, 4 – нормальный, 5 – влажный, 6 – очень влажный, 7 – крайне влажный

Характеристика атмосферных осадков в годовом и долгосрочном диапазоне в Кошалине показала, что их особенностью, так же, как и температуры воздуха, являются большие колебания. Было отмечено, что за весь многолетний период наиболее часто наблюдались годы в норме (45%). Средняя годовая частота чрезмерно влажных лет (28%) и чрезмерно сухих (27%) была похожей. Не было

лет крайне сухих и крайне влажных, но очень часто появлялись, как и месяцы, так и времена года – крайне сухие и крайне влажные (рис. 7).

Из календаря аномалий осадков (согласно классификации С. Качоровской, 1962) следует, что атмосферные осадки являются элементом климата, характеризующимся нерегулярными колебаниями и большой крайностью из года в год (рис. 7).

Выводы

Исследование показало, что годовые показатели температуры воздуха и атмосферных осадков в г. Кошалине характеризуются высокой изменчивостью. Они являются результатом переменного воздействия атмосферной циркуляции Атлантического океана, Балтийского моря и континентальной территории, а также локальных обусловленностей.

В анализируемом 60-летию средняя годовая температура воздуха имела статистически значимую тенденцию к повышению. Осадки также имели тенденцию к увеличению, но статистически несущественную. Температура воздуха во все месяцы имела тенденцию к повышению, в то время как, количество осадков имело тенденцию к снижению в апреле, июле, сентябре и октябре.

На основании календаря аномалий температуры и осадков установлено, что, в целом, начиная с 80-х годов, наблюдается потепление. Осадки было отмечено, что они характеризуются очень высокой временной изменчивостью с нерегулярными колебаниями и большими крайностями. Можно, однако, констатировать, что с 80-х годов на осадки в годовом диапазоне влияют океанические факторы.

Кроме того, за весь долгосрочный период наблюдений наиболее часто фиксировались чрезмерно теплые годы, а годовое количество осадков чаще всего находилось в пределах нормы.

Список литературы

1. Filipiak J. Zmienność temperatury powietrza na Wybrzeżu i Pomorzu w drugiej połowie XX wieku. 2004. – Ser. Monografie IMGW. – Warszawa. – S. 216.
2. Fortuniak K., Kożuchowski K., Żmudzka E. Trendy i okresowość zmian temperatury powietrza w Polsce w drugiej połowie XX wieku. 2001. – Przegl. Geofiz. – 46. – S. 283–303.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Reports. 2007. www.ipcc.ch
4. Kaczorowska Z. Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. 1962. – Prace Geograficzne nr 33. – PAN. – Warszawa. – S. 107.
5. Kirschenstein M. Zmienność temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w północno-zachodniej Polsce. 2013. – Akademia Pomorska w Słupsku. – S. 238.
6. Lorenc H. Ocena stopnia realizacji programu „obserwacje meteorologiczne i badania klimatyczne w systemie Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego» oraz synteza uzyskanych wyników badań za okres 1994–1997. ZMŚP, (w:) Kostrzewski A. (red.), Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, funkcjonowanie i tendencje rozwoju geoeekosystemów Polski. 1998. – Materiały z IX Sympozjum ZMŚP. – Storkowo. – 2–4. – Bib. Monit. Środ. Warszawa.
7. Okołowicz W. Mapa Regionów Klimatycznych. 1978. – W: Narodowy Atlas Polski. – (red.) S. Leszczycki. – PAN, Instytut Geografii. – Wrocław. – S. 29.
8. Świątek M. Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na zmienność opadów na polskim wybrzeżu Bałtyku. 2009. – Szczecin.